

УДК 664.859.2

**МОДЕЛЮВАННЯ РЕЦЕПТУРИ ЗАМОРОЖЕНОГО  
НАПІВФАБРИКАТА З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ  
АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ**

Зарецька Д.К. аспірант\*      <https://orcid.org/0000-0003-3083-5191>  
Сердюк М.Є. д.т.н.              <https://orcid.org/0000-0002-6504-4093>

*Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного*  
e-mail: [maryna.serdiuk@tsatu.edu.ua](mailto:maryna.serdiuk@tsatu.edu.ua)

**Анотація** - Метою досліджень було моделювання рецептури замороженого напівфабриката з підвищеним вмістом аскорбінової кислоти. В результаті дослідження було встановлено вплив заморожування та криогенного зберігання на вміст вітаміну С. Заморожували готові композиційні суміші за температури  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  та зберігали за  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  строком 9 місяців. Визначено, що додавання шипшини до складу айвового пюре збільшує вміст вітаміну С у 4 – 20 разів. Мінімальні загальні втрати аскорбінової кислоти були зафіксовані при додаванні 10% шипшини, і становили 14,5%. Оптимальним співвідношенням інгредієнтів суміші визнано: 90 г /100 г пюре айви та 10 г/100 г пюре шипшини. Поєднання інгредієнтів у такому співвідношенні сприятиме підвищенню функціональних властивостей суміші та їх збереженню протягом низькотемпературного зберігання. Використання для заморожених напівфабрикатів місцевої рослинної сировини дозволить мати багату сировинну базу для їх виготовлення.

**Ключові слова:** айва, шипшина, композиційна суміш, криогенне зберігання, заморожування, вітамін С.

*Постановка проблеми.* Проблема здорового харчування населення не втрачає актуальності, незважаючи на всі досягнення науки. У сучасних умовах пандемії ще більше уваги слід приділяти змінам структури харчування, які сприятимуть підвищенню імунітету та покращенню здоров'я нації.

Сучасним шляхом вирішення цієї проблеми є оптимізація раціону харчування населення за допомогою функціональних продуктів – Food for Specific Health Use [1].

Функціональні властивості продуктам нового покоління надають компоненти як тваринного, так і рослинного походження, які

сприяють зростанню харчової цінності та підвищують їх біологічну ефективність [2].

Свіжа плодова сировина є джерелом різноманітних біологічно активних речовин, особливо вітамінів, простих та складних вуглеводів, харчових волокон та мікроелементів, за рахунок яких задовольняється майже половина добової потреби організму людини. Окрім харчової цінності фрукти мають ще і лікувальні властивості [3]. З погляду на це, розробка рецептур і створення нових продуктів функціонального призначення для здорового харчування на основі плодової сировини набуває особливої актуальності та практичного значення.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій.* Дослідження Всесвітньої організації охорони здоров'я свідчать про те, що стан здоров'я населення залежить від роботи медичної служби на 15 %, на 25 % – від генетичних особливостей і на 60 % – від збалансованого харчування [4, 5]. Правильне та збалансоване харчування забезпечує розумовий і фізичний розвиток людини, сприяє нормальному функціонуванню органів та систем, формуванню адаптаційних резервів організму та імунітету.

Для виробництва функціональних харчових продуктів, які сприяють збереженню і покращенню здоров'я людей, використовують рослинну сировину, яка містить у нативному вигляді значні кількості фізіологічно активних макро- і мікронутрієнтів [6]. Поряд з цим, технологічна обробка свіжої плодової сировини під час виготовлення функціональних продуктів, негативно впливає на вміст багатьох фітонутрієнтів, і в першу чергу вітамінів, що призводить до втрати корисних властивостей. Їх відновлення і, навіть, підвищення можливо шляхом додавання до продуктів харчування функціональних інгредієнтів [7,8].

Збагачення або фортифікація добового раціону продуктами високої біологічної цінності – це визнаний у всьому світі спосіб розв'язання проблеми в раціонального харчування [9].

Способи фортифікації поділяють на 4 групи. Першим способом є проста фортифікація, тобто додавання до харчових продуктів нутрієнтів у таких кількостях, що переважають їх природний рівень.

Другий спосіб – це відновлення вмісту нутрієнтів, які було втрачено шляхом технологічної обробки сировини. Наприклад збагачення готового продукту вітамінами.

Третій спосіб збагачення продуктами високої біологічної цінності є стандартизація продуктів харчування. Під час цього способу компенсується різниця вмісту нутрієнтів у сировині та продуктах.

Четвертий спосіб фортифікації є збагачення, яке ґрунтується на внесення нутрієнтів у ті продукти, в яких вони відсутні [10].

Під час вибору рослинної сировини для виробництва функціональних продуктів харчування, окрім харчової та біологічної цінності, необхідно ураховувати такі додаткові, але дуже важливі критерії, як технологічність, доступність, походження та місце вирощування. Серед плодової продукції всім цим вимогам в умовах Південної степої підзони України задовольняє айва.

Плоди айви відомі людству вже багато століть. Ще Авіценна писав про корисні та цілющі якості плодів айви та радив вживати для лікування та профілактики порушень в роботі серця, органів травлення та при інших хворобах [11]. У свіжому вигляді айва за складом біологічно активних речовин посідає одне з перших місць серед зерняткових культур [12]. В складі айви міститься до 83% води та до 13,1% вуглеводів, переважно глюкоза та фруктоза. Близько 2% органічних кислоти (яблучної та лимонної). Серед різноманіття плодової сировини, айву відрізняє високий вміст пектинових речовин (до 2,9%), які мають сильні желелюючі властивості та використовуються як функціонально-технологічні інгредієнти. Також айва має у своєму складі чимало заліза (до 30 мг на 100 г продукту) і міді, що забезпечує нормалізацію функції кровотворення [13].

Пектин – природний детоксикант, який здатний зв'язувати та виводити з організму людини іони важких металів, сприятливо впливає на діяльність шлунково-кишкового тракту та зменшує рівень холестерину в крові. Вживання пектинових речовин, які відносяться до групи харчових волокон, є обов'язковою умовою здорового харчування, тому що вони є необхідними для нормального функціонування органів травлення.

Нажаль, айва – це сезонний продукт, і в свіжому вигляді її споживають лише в осінній період (вересень - жовтень). Але вона добре зберігає свої функціональні властивості під час заморожування, що дозволяє подовжити терміни її споживання [14]. С погляду на це, виробництво замороженого напівфабриката із плодів айви, який у подальшому може бути використаним для виробництва смузі, вітамінних напоїв, пюре, а також у якості додаткового функціонального інгредієнту у молочній, хлібопекарній промисловості має високі перспективи.

С точки зору теорії здорового харчування суттєвим недоліком плодів айви є порівняно невисокий вміст аскорбінової кислоти. До того ж, після заморожування та тривалого зберігання вміст аскорбінової кислоти у продуктах істотно зменшується. Цей недолік порушує основне правило розробки функціональних продуктів із рослинної сировини, яке передбачає збереження в них нативних фізіологічно значущих для людини біологічно активних сполук. Отже, задля підвищення кількості аскорбінової кислоти в айвовому замороженому напівфабрикаті необхідно провести його

фортифікацію. У якості додаткового функціонального інгредієнту суміші було обрано пюре шипшини.

Шипшина здатна активно накопичувати аскорбінову кислоту в своїх плодах і є дуже корисною. Вітамін С, який міститься у великій кількості у плодах бере участь в окисно-відновних реакціях і тканинному диханні. Підвищує стійкість організму до негативних зовнішніх впливів та інфекцій, підтримує міцність кровоносних судин, позитивно впливає на функції нервової та ендокринної систем, регулює обмін холестерину, сприяє засвоєнню заліза [15].

Плоди шипшини можна використовувати самостійно в якості сировини, яку піддали технологічній обробці (сушінню за  $t = 60^{\circ}\text{C}$  або заморожуванню  $t = -18^{\circ}\text{C}$ ), або як функціональний інгредієнт для збагачення харчових продуктів вітаміном С [16].

Таким чином, враховуючи високі функціональні властивості плодів айви та шипшини, виникає необхідність дослідження можливості їх сумісного використання у замороженому напівфабрикаті.

*Формулювання цілей статті.* Метою досліджень було моделювання рецептури замороженого напівфабриката з підвищеним вмістом аскорбінової кислоти.

*Виклад основного матеріалу.* Для виготовлення композиційної суміші були відібрані плоди айви типові за формою та забарвленням для даного помологічного сорту, без пошкоджень згідно ДСТУ 7023:2009 [17]. Збирали плоди у споживчому ступені стиглості. Збирання плодів у оптимальні строки забезпечує якість продукції та тривалий термін її зберігання.

Якість плодів шипшини повинна відповідати характеристикам і нормам у зазначених у ДСТУ ISO 23391:2019 [18]. Плоди відбирали свіжі, чисті, здорові, не зів'ялі, споживчої стиглості, без механічних пошкоджень та типового помологічного сорту форми і забарвлення.

Свіжі плоди айви та шипшини інспектували, сортували, калібрували, мили та видаляли залишкову вологу після миття (обсушували). Далі плоди айви розрізали на скибочки та бланшували паром 12 хвилин за температури  $80^{\circ}\text{C}$ . Із бланшованої айви та свіжих плодів шипшини виготовляли пюре однорідної консистенції. Отримані пюре змішували згідно дослідних рецептурних композицій (табл.1).

Таблиця 1

Дослідні рецептурні композиції, г/100г

Найменування сировини	Айва	Шипшина
Варіант 1 (контроль)	100	0
Варіант 2	90	10
Варіант 3	70	30
Варіант 4	50	50
Варіант 5	30	70
Варіант 6	10	90

Підготовлені плодови суміші фасували у споживчу пластикову тару по 300 грамів та заморожували за температури  $-30^{\circ}\text{C}$  для подальшого зберігання терміном 9 місяців за температури  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Під час експерименту був визначений вплив заморожування та кріогенного зберігання на зміни масової частки аскорбінової кислоти протягом тривалого зберігання. Усі визначення виконували йодометричним методом [19].

Органолептична оцінка дослідних рецептур проводилась шляхом дегустації. Дегустацію здійснювали за наступними показниками: зовнішній вигляд, запах і аромат, смак, консистенція, колір. Максимальна оцінка за кожний показник становила 5 балів, а найвища сукупна органолептична оцінка - 25 балів. Після проведення дегустації був визначений середній бал за всіма критеріями оцінки.

Отримані результати свідчать, що зміни хімічного складу замороженої плодової суміші починаються вже під час заморожування та продовжуються протягом кріогенного зберігання (табл. 2).

Так вміст аскорбінової кислоти у зразках пюре, виготовлених із плодів айви знаходився на рівні  $10,34 \pm 0,3$  мг/100 г.

Таблиця 2

Вміст вітаміну С у дослідних рецептурних композиціях, мг/100г

Тривалість зберігання	Свіжа	Після заморожування	9 місяців зберігання
Варіант 1 (контроль)	$10,34 \pm 0,31$	$6,82 \pm 0,31$	$5,72 \pm 0,31$
Варіант 2	$45,1 \pm 1,6$	$42,61 \pm 0,6$	$38,57 \pm 2,4$
Варіант 3	$102,3 \pm 1,6$	$101,6 \pm 0,6$	$48,4 \pm 6,6$
Варіант 4	$134,2 \pm 3,1$	$128,9 \pm 0,6$	$68,9 \pm 2,5$
Варіант 5	$166,1 \pm 1,6$	$99 \pm 0,6$	$71,9 \pm 2,5$
Варіант 6	$199,3 \pm 1,2$	$125,4 \pm 0,6$	$85,1 \pm 2,5$

Після додавання пюре з шипшини вміст аскорбінової кислоти у дослідних зразках підвищувався в 4...20 разів залежно від доданої кількості пюре.

Після заморожування вміст вітаміну С в айвовому пюре (контроль) знизився на 34%, а після дев'ятимісячного кріогенного зберігання ще на 44,7% (рис.1).

Додавання великої кількості пюре з шипшини не дало позитивного ефекту. Так, при додаванні 70...90% шипшини (варіант 5, 6) загальні втрати знаходились на рівні 56,7...57,3% відповідно. При введенні у суміш 30...50% шипшини (варіанти 3, 4) втрати аскорбінової кислоти після заморожування та тривалого зберігання були дещо меншими та становили відповідно 52,7...48,7%.

Найменші загальні втрати були зафіксовані при додаванні 10% шипшини, і становили вони 14,5% після заморожування та дев'ятимісячного кріогенного зберігання.

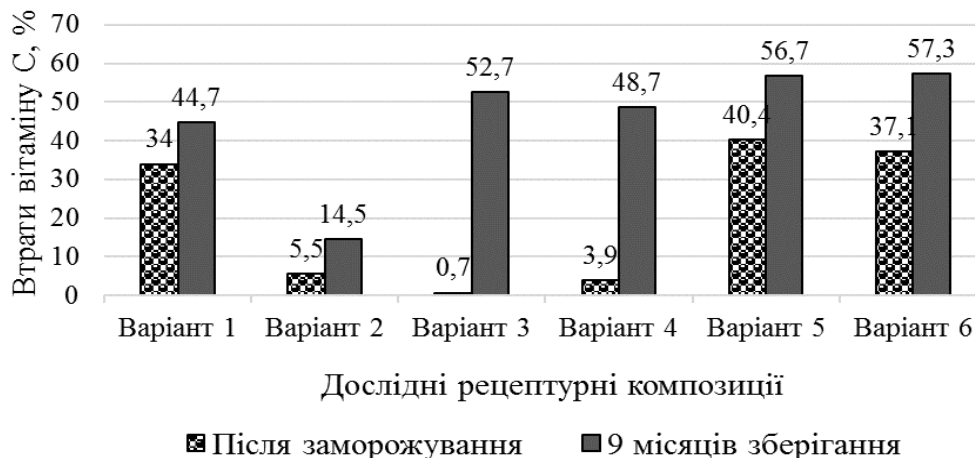


Рис.1. Втрати вітаміну С у досліджуваних зразках, %.

Така структура втрат може бути пов'язана з активністю аскорбатоксидази, яка вважається одним із основних ферментів плодової сировини, каталізує окислення аскорбінової кислоти, та зберігає активність після заморожування. Збільшення вмісту шипшини, призводить до зростання не тільки вмісту аскорбінової кислоти а і активності аскорбатоксидази. Тому, на нашу думку, темпи руйнування вітаміну С у рецептурних композиціях з більшим його вмістом є істотно вищими.

Результати органолептичної оцінки дослідних рецептур представлені на сенсорних профілограмах (рис. 2).

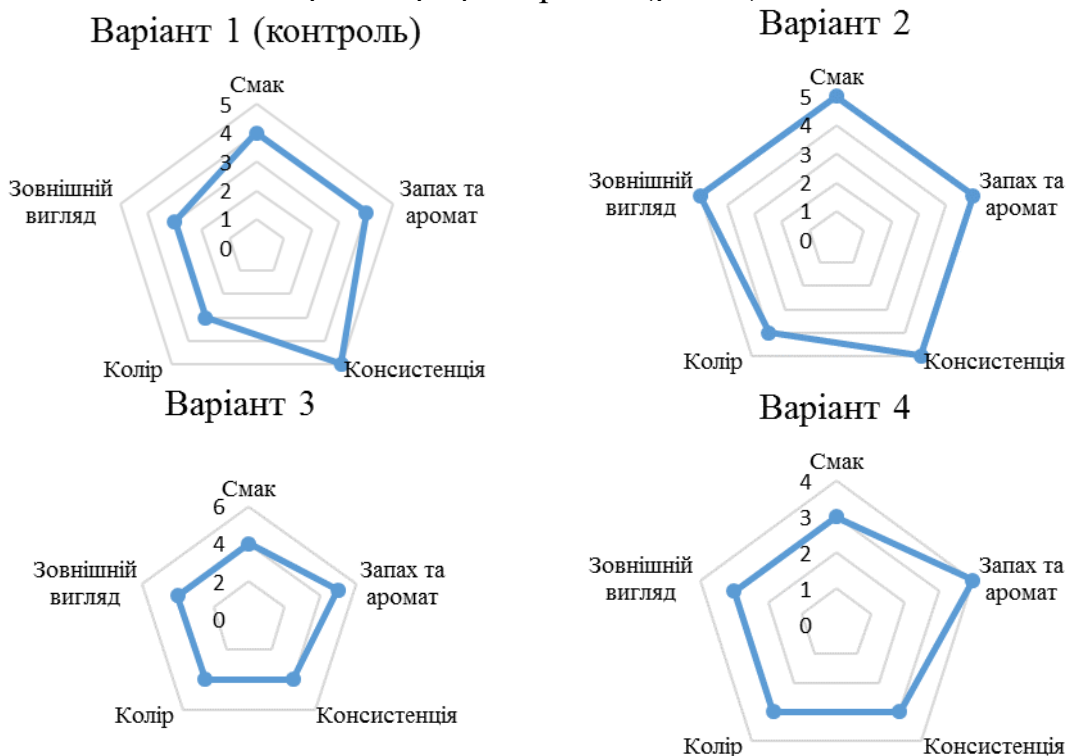


Рис.2 . Сенсорні профілограми запропанованих рецептурних композицій.

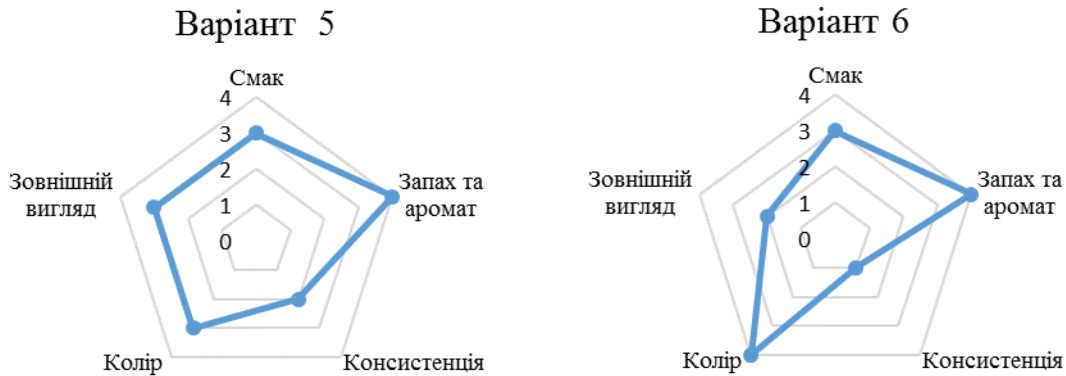


Рис.2. Сенсорні профілограми запропанованих рецептурних композицій (продовження).

Наведені профілограми показують, що максимальну оцінку отримала рецептурна композиція яка містить 90% айви та 10% шипшини (варіант 2). При цьому загальна оцінка становила 24 бали, а середня 4,8 бали.

Збільшення частки шипшини погіршувало консистенцію та зовнішній вигляд композиційних сумішей. Так, при додаванні більше ніж 50 % шипшини консистенція ставала неоднорідною, а більше 70% - погіршувалась не тільки консистенція, а і смакові якості суміші. Саме тому, рецептурна композиція у 6 варіанті з додаванням 10% айви та 90% шипшини отримала мінімальну середню оцінку – лише 2,8 бали (14 – сумарна оцінка).

#### *Висновки:*

1. Визначено, що додавання шипшини до складу айвового пюре збільшує вміст вітаміну С у 4 – 20 разів.
2. В результаті досліджень встановлено, що збільшення вмісту шипшини, призводить до зростання не тільки вмісту аскорбінової кислоти, а і активності аскорбатоксидази, яка прискорює руйнування аскорбінової кислоти.
3. Мінімальні загальні втрати аскорбінової кислоти були зафіксовані при додаванні 10% шипшини, і становили вони 14,5% після заморожування та дев'ятимісячного криогенного зберігання.
4. Аналіз отриманих результатів дозволив визначити оптимальне співвідношення інгредієнтів суміші: 90 г /100 г пюре айви та 10 г/100 г пюре шипшини. Поєднання інгредієнтів у такому співвідношенні сприятиме підвищенню функціональних властивостей суміші та їх збереженню протягом низькотемпературного зберігання.
5. Використання для заморожених напівфабрикатів місцевої рослинної сировини дозволить мати багату сировинну базу для їх виготовлення.

## Література:

1. Urala N., Lähteenmäki L. Attitudes behind consumers' willingness to use functional foods. *Food quality and preference*. 2004. Т. 15. №. 7-8. С. 793-803.
2. Душелюбова А.В. и др. Разработка функционального йогурта "Айвенго" // *Молодой ученый*. 2016. №. 18-1. С. 80-84.
3. Berner L. A., O'Donnell J. A. Functional foods and health claims legislation: applications to dairy foods. *International Dairy Journal*. 1998. Т. 8. №. 5-6. С. 355-362.
4. Shanthi, G., Emma L., Reginald W. Gut health benefits of kiwifruit pectins: Comparison with commercial functional polysaccharides. // *Journal of functional food*. 2010. № 2. P. 210 – 218.
5. Анохіна В.І., Сердюк Т.Л. Довідник по переробці овочів і плодів баштанних культур. – К.: Урожай, 1982. С. 184
6. Hartmann R., Meisel H. Food-derived peptides with biological activity: from research to food applications. *Current opinion in biotechnology*. 2007. Т. 18. №. 2. С. 163-169.
7. Нуржана Т.В., Іщенко А.В., Нафонець О.Л. Пошуки нових джерел біоактивних речовин для підвищення вітамінного складу продуктів харчування. *Матеріали міжвузівської науковопрактичної конференції «Проблеми техніки і технології харчових виробництв»*. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2004. С. 259-260.
8. Agnelli M. E., Mascheroni R. H. Quality evaluation of foodstuffs frozen in a cryomechanical freezer. *Journal of Food Engineering*. 2002. Vol. 52, Issue 3. P. 257–263.
9. Смоляр В.І., Петрашенко Г.І. Нестача фолієвої кислоти, її прояви та попередження. // *Проблеми харчування*, 2011. № 1- 2. С. 45–48.
10. Смоляр В.І., Петрашенко Г.І., Голохова О.В. Фортифікація харчових продуктів. *Проблеми харчування*. 2014. №. 1. С. 29-32.
11. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник. Відп. ред. А.М.Гродзинський. К.: Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М.П.Бажана, Український виробничокомерційний центр «Олімп», 1992. –544 с.
12. Пересічний М.І., Кравченко М.Ф., Григоренко О.М. Харчування людини і сучасне довілля: теорія і практика: Монографія. М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, О.М. Григоренко. Київ: КНТЕУ, 2003.-526 с.
13. Тарасенко Т.А. та ін. Теоретичне дослідження способів сушіння овочів та фруктів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, 2015, 17, № 4: 148-158.
14. Odarchenko D. et al. Determining the rational modes for low-temperature storage and for obtaining products of Japanese Quince



processing with high consumer properties. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2019. №. 3 (11). С. 23-29.

15. Павлоцька Г.П., Дуденко Н.В., Димитрієвич Л.Р. [та ін.]. Біологічна хімія. Суми: Університетська книга, 2009. С. 190-195.

16. Сімахіна Г. О. Основні показники придатності плодів та ягід до заморожування. 2018.

17. Айва свіжа. Технічні умови. ДСТУ 7023:2009. [Чинний від 2011–01–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2010. 7 с.

18. Плоди шипшини сушені. Технічні умови та методи випробування. ДСТУ ISO 23391:2019. [Чинний від 2019–09–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2019. 7 с.

19. Сердюк М.Є. Прісс О.П., Гапріндашвілі Н.А., Здоровцева Л.М., Сухаренко О.І., Іванова І.Є. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти. //Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 370 с.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ**

Зарецкая Д. К., Сердюк Н. Е.

### *Аннотация*

**Целью исследований было моделирование рецептуры замороженного полуфабриката с повышенным содержанием аскорбиновой кислоты. В результате исследования было установлено влияние замораживания и криогенного хранения на содержание витамина С. Замораживали готовые композиционные смеси при температуре  $-30^{\circ}\text{C}$  и хранили за  $-18^{\circ}\text{C}$  сроком 9 месяцев. Определено, что добавление шиповника в состав айвового пюре увеличивает содержание витамина С в 4 - 20 раз. Минимальные общие потери аскорбиновой кислоты были зафиксированы при добавлении 10% шиповника, и составили 14,5%. Оптимальным соотношением ингредиентов смеси признаны: 90 г / 100 г пюре айвы и 10 г / 100 г пюре шиповника. Сочетание ингредиентов в таком соотношении будет способствовать повышению функциональных свойств смеси и их сохранению в течение низкотемпературного хранения. Использование для замороженных полуфабрикатов местного растительного сырья позволит иметь богатую сырьевую базу для их изготовления.**

**Ключевые слова:** айва, шиповник, композиционная смесь, криогенное хранение, замораживание, витамин С.

## MODELING OF FROZEN SEMI-FINISHED PRODUCT WITH HIGH ASCORBIC ACID CONTENT FORMULATION

D. Zaretska, M. Serdyuk

### *Summary*

The purpose of the research was to model the formulation of a frozen semi-finished product with a high content of ascorbic acid. The study revealed the effect of freezing and cryogenic storage on the content of vitamin C. The technological process of manufacturing frozen semi-finished products consisted of the following operations: inspection, sorting, calibration, washing and removal of residual moisture after washing (drying). Quince fruits were cut into slices and blanched with steam for 12 minutes at a temperature of 80 ° C.

Blanched quince and fresh rose hips were used to make a puree of homogeneous consistency and mixed according to experimental formulations. The finished composite mixtures were frozen at -30 ° C and stored at -18 ° C for 9 months. It is determined that the addition of rose hips to the composition of quince puree increases the content of vitamin C in 4 - 20 times. The minimum total loss of ascorbic acid was recorded with the addition of 10% rose hips, and was 14.5%. The balance of ingredients in the mixture is: 90 g / 100 g of quince puree and 10 g / 100 g of rose hip puree.

The combination of ingredients in this ratio will help to increase the functional properties of the mixture and their preservation during long-term low-temperature storage. It is established that the increase in the content of rose hip leads to an increase not only in the content of ascorbic acid, but also the activity of ascorbate oxidase, which accelerates the destruction of ascorbic acid.

The increase in the proportion of rose hip impaired the consistency and the taste of the composite mixtures. So, when more than 50% of rose hips were added, the consistency became inhomogeneous, and more than 70% - not only the consistency but also the taste of the mixture impaired. The use of local vegetable raw materials for frozen semi-finished products will allow to have a rich raw material base for their production.

**Key words:** quince, rose hips, composite mixture, cryogenic storage, freezing, vitamin C.